

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

**①⁹ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑤ Int. Cl. 4:
B 05 B 7/14

B 05 B 12/00
G 01 N 21/84
B 05 D 1/12
G 05 D 7/00

(21) Aktenzeichen: P 37 21 875.1
(22) Anmeldetag: 2. 7. 87
(43) Offenlegungstag: 12. 1. 89

⑦ Anmelder:
Ransburg-Gema AG, St. Gallen, CH

74) Vertreter:
Vetter, E., Dipl.-Ing. (FH), Pat.-Anw., 8900 Augsburg

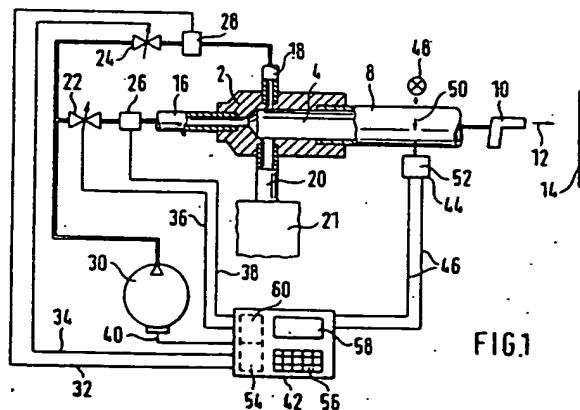
⑦2 Erfinder:
Lehmann, Robert, St. Gallen, CH

56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	28 49 295 C2
DE	36 10 299 A1
DE	34 32 494 A1
DE	30 16 458 A1
DE	25 40 911 A1
GB	20 37 691 A
US	43 81 894
EP	1 66 092 A1

54) Verfahren und Einrichtung für eine Pulversprühbeschichtungsanlage

Mit ihr können Pulvermengen, welche pro Zeiteinheit einer Sprühbeschichtungseinrichtung zum Sprühbeschichten von Gegenständen zugeführt werden, unmittelbar gemessen und geregelt werden. Dazu wird von einer Strahlenmeßeinrichtung (44) in einem Pulver-Gas-Strom des pneumatisch geförderten Pulvers der Pulveranteil gemessen, und der Meßwert wird über eine elektronische Auswerteinrichtung (42) mit einem Gasmengenwert elektronisch verknüpft, welcher der im Pulver-Gas-Strom enthaltenen Gasmenge entspricht, um daraus den absoluten Istwert der pro Zeiteinheit geförderten Pulvermenge zu bilden.



DE 3721875 A1

1. Verfahren bei der Pulversprühbeschichtung zur Messung und zur Regelung der Pulvermenge pro Zeiteinheit, die einer Sprüheinrichtung zum Sprühbeschichten von Gegenständen durch einen Gasstrom zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß ein direkter Ist-Wert $C = \frac{\text{Pulvermenge}}{\text{Zeiteinheit}}$ gebildet wird durch automatisches

- a) Ermitteln eines der Dichte des Pulvers im Pulver-Gas-Strom entsprechenden Wertes durch quer gegen den Pulver-Gas-Strom gerichtete Strahlen und durch Feststellen der Stärke der Schwächung oder Reflexion dieser Strahlen durch das Pulver im Pulver-Gas-Strom, was einem Dichtewert $A = \frac{\text{Pulvermenge}}{\text{Gasmenge}}$ entspricht,
- b) Ermitteln eines Gasmengenwertes $B = \frac{\text{Gasmenge}}{\text{Zeiteinheit}}$, welcher der im Pulver-Gas-Strom pro Zeiteinheit strömenden Gasmenge entspricht,
- c) Bilden des Istwertes $C = \frac{\text{Pulvermenge}}{\text{Zeiteinheit}}$ an pro Zeiteinheit geförderter Pulvermenge aus dem Dichtewert $A = \frac{\text{Pulvermenge}}{\text{Gasmenge}}$ und dem Gasmengenwert $B = \frac{\text{Gasmenge}}{\text{Zeiteinheit}}$ durch Multiplizieren des Dichtewertes A mit dem Gasmengenwert B oder durch eine dem Multiplizieren äquivalente Auswertung des Dichtewertes A und des Gasmengenwertes B .

2. Einrichtung für eine Pulversprühbeschichtungsanlage zur Messung und Regelung der Pulvermenge pro Zeiteinheit, die einer Sprüheinrichtung zum Sprühbeschichten von Gegenständen durch einen Gasstrom zugeführt wird, zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch

- a) eine Strahlenmeßeinrichtung (44), welche zur Bildung eines der Menge an Pulver im Pulver-Gas-Strom entsprechenden Dichtewertes $A = \frac{\text{Pulvermenge}}{\text{Gasmenge}}$ mißt, wie stark Strahlen geschwächt oder reflektiert werden, die quer gegen den Pulver-Gas-Strom gerichtet werden,
- b) einen Gasmengen-Meßwertgeber (60, 22, 24, 26, 28), der einen Gasmengenwert $B = \frac{\text{Gasmenge}}{\text{Zeiteinheit}}$ erzeugt, welcher der im Pulver-Gas-Strom pro Zeiteinheit strömenden Gasmenge entspricht,
- c) eine elektronische Auswerteinrichtung (42), welche aus dem Dichtewert $A = \frac{\text{Pulvermenge}}{\text{Gasmenge}}$ und dem Gasmengenwert $B = \frac{\text{Gasmenge}}{\text{Zeiteinheit}}$ einen Istwert $C = \frac{\text{Pulvermenge}}{\text{Zeiteinheit}}$ als Maß für die pro Zeiteinheit geförderte Pulvermenge durch Multiplizieren des Dichtewertes A mit dem Gasmengenwert B oder durch eine dem Multi-

plizieren äquivalente Auswertung des Dichtewertes A und des Gasmengenwertes B bildet.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlenmeßeinrichtung (44) mindestens einen Strahlensender (48) und mindestens einen Strahlenempfänger (52) aufweist, welcher im Strahlenweg (50) des vom Strahlensender in den Pulver-Gas-Strom gesendeten und von dessen Pulver geschwächten oder reflektierten Strahlen angeordnet ist.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vielzahl von Strahlenempfängern (52, 53) vorgesehen ist, die auf verschiedene Querschnittsbereiche des Pulver-Gas-Stromes gerichtet sind und für jeden Querschnittsbereich Dichtewert-Signale erzeugen, die zusammen einen Durchschnichts-Dichtewert A ergeben.
5. Einrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Strahlenweg (50) zwischen dem Strahlensender (48) und dem Strahlenempfänger (52) quer durch einen Injektorkanal (104, 204) einer Injektor-Fördereinrichtung (102, 202) erstreckt, in welchen das Gas aus einer Pulver-Zuleitung Pulver ansaugt und den Pulver-Gas-Strom bildet (Fig. 7, 8).
6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlensender (48) und der Strahlenempfänger (52) nur durch Gas, welches dem Pulver-Gas-Strom zuströmt, vom Pulver des Pulver-Gas-Stromes getrennt sind (Fig. 8).
7. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlensender (48) und der Strahlenempfänger (52) in einer Mantelwand (130) des Injektorkanals (104) enden und über strahlendurchlässiges Material (132, 134) vom Injektorkanal (104) getrennt sind.
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Injektorkanal (204) in Strömungsrichtung verengt und dann wieder erweitert ist, daß die Pulver-Zuleitung (20) stromaufwärts der engsten Kanalstelle (205) in den Injektorkanal (204) axial mündet, und daß mindestens eine Leitung (217) des Gases für den Pulver-Gas-Strom in den verengten und wieder erweiterten Kanalabschnitt des Injektorkanals (204) mündet.
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Gasmengen-Meßwertgeber die Gasmenge pro Zeiteinheit an einer stromaufwärts des Pulver-Gas-Stromes gelegenen Stelle des Gasstromes mißt, bevor der Gasstrom Pulver aufnimmt.
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein das Gas erzeugendes (30) oder regelndes (22, 24) Gerät gleichzeitig auch als Gasmengen-Meßwertgeber dient, indem ein Einstellsignal für dieses Gerät von der Auswerteinrichtung (42) als Gasmengenwert $B = \frac{\text{Gasmenge}}{\text{Zeiteinheit}}$ verwendet wird.
11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Gasmengen-Meßwertgeber einen Datenspeicher (60) aufweist, in welchem die Abhängigkeit der pro Zeiteinheit strömenden Gasmenge des Pulver-Gas-Stromes von einem variablen Charakteristikwert wie Gasdruck, Öffnungsquerschnitt der Strömungsmittel-

leitungen (16, 18, 20, 8) und/oder die Länge der Strömungsmittelleitungen der Einrichtung wie ein Kurvendiagramm gespeichert ist, und daß die Auswerteinrichtung (42) in Abhängigkeit von dem jeweiligen Charakteristikwert aus dem gespeicherten Kurvendiagramm die dazu entsprechende Gasmenge ermittelt.

12. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteinrichtung (42) einen Microcomputer für die Ausführung der Funktionen enthält.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung für eine Pulversprühbeschichtungsanlage zur Messung und Regelung der Pulvermenge pro Zeiteinheit, die einer Sprüheinrichtung zum Sprühbeschichten von Gegenständen durch einen Gasstrom zugeführt wird.

Eine solche Einrichtung ist aus der DE-PS 28 49 295 bekannt. Sie enthält in einer Fördergasleitung und in einer Steuergasleitung je einen Druckregler. Die beiden Leitungen führen Gas zu einer Pulverfördereinrichtung, welche die Form eines Venturi-Injektors hat, in welchem die Gasströme Pulver aus einem Pulverbehälter ansaugen und über eine Förderleitung einer Sprüheinrichtung zuführen. In der Förderleitung befindet sich ein Strömungsmeßgerät, dessen gemessener Istwert mit einem Sollwert verglichen wird. In Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis wird über die Druckregler der Druck in den beiden Gasleitungen geregelt. Die Meßeinrichtung mißt die Strömungsgeschwindigkeit des Pulver-Gas-Stromes oder die Pulver-Gas-Anteile, jedoch ist über die Art des Meßvorganges nichts ausgesagt. Injektor-Fördereinrichtungen zur pneumatischen Förderung von Pulver in einem Gasstrom sind auch aus der US-PS 35 04 945 bekannt.

Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, ein Verfahren und eine Einrichtung zu schaffen, mit welchem oder welcher auf einfache Weise schnell, genau und störungsfrei die Pulvermenge ermittelt werden kann, welche pro Zeiteinheit gefördert wird, und mit welchem oder welcher in Abhängigkeit vom Ermittlungsergebnis die Pulvermenge genau angezeigt oder Steuer- oder Regelvorgänge automatisch schnell und genau durchgeführt werden können, um entweder eine gewünschte geförderte Pulvermenge pro Zeiteinheit einzustellen oder die eingestellte Pulvermenge pro Zeiteinheit einhalten zu können.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist gemäß der Erfindung ein Verfahren für eine Pulversprühbeschichtungsanlage zur Messung und zur Regelung der Pulvermenge pro Zeiteinheit, die von der Sprüheinrichtung zum Sprühbeschichten von Gegenständen durch einen Gasstrom zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß ein direkter Ist-Wert $C = \frac{\text{Pulvermenge}}{\text{Zeiteinheit}}$ gebildet wird durch automatisches

a) Ermitteln der Dichte des Pulvers im Pulver-Gas-Strom durch quer gegen den Pulver-Gas-Strom gerichtete Strahlen und durch Feststellen der Stärke der Schwächung oder Reflexion dieser Strahlen durch das Pulver im Pulver-Gas-Strom, was einem

Dichtewert $A = \frac{\text{Pulvermenge}}{\text{Gasmenge}}$ entspricht,

b) Ermitteln eines Gasmengenwertes $B =$

$\frac{\text{Gasmenge}}{\text{Zeiteinheit}}$, welcher der im Pulver-Gas-Strom pro Zeiteinheit strömenden Gasmenge entspricht,

c) Bilden des Istwertes $C = \frac{\text{Pulvermenge}}{\text{Zeiteinheit}}$ an pro Zeiteinheit geförderter Pulvermenge aus dem Dichtewert

$A = \frac{\text{Pulvermenge}}{\text{Gasmenge}}$ und dem Gasmengenwert

$B = \frac{\text{Gasmenge}}{\text{Zeiteinheit}}$ durch Multiplizieren des Dichtewertes

A mit dem Gasmengenwert B oder durch eine dem Multiplizieren äquivalente Auswertung des Dichtewertes A und des Gasmengenwertes B .

Gemäß der Erfindung ist zur Lösung der Aufgabe eine Einrichtung für eine Pulversprühbeschichtungsanlage zur Messung und Regelung der Pulvermenge pro Zeiteinheit, die einer Sprüheinrichtung zum Sprühbeschichten von Gegenständen durch einen Gasstrom zugeführt wird, gekennzeichnet durch

a) eine Strahlenmeßeinrichtung, welche zur Bildung eines der Menge an Pulver im Pulver-Gas-Strom entsprechenden Dichtewertes $A = \frac{\text{Pulvermenge}}{\text{Gasmenge}}$ mißt, wie stark Strahlen geschwächt oder reflektiert werden, die quer gegen den Pulver-Gas-Strom gerichtet werden,

b) einen Gasmengen-Meßwertgeber, der einen Gasmengenwert $B = \frac{\text{Gasmenge}}{\text{Zeiteinheit}}$ erzeugt, welcher der im Pulver-Gas-Strom pro Zeiteinheit strömenden Gasmenge entspricht, und

c) eine elektronische Auswerteinrichtung, welche aus dem Dichtewert $A = \frac{\text{Pulvermenge}}{\text{Gasmenge}}$ und dem

Gasmengenwert $B = \frac{\text{Gasmenge}}{\text{Zeiteinheit}}$ einen Istwert $C = \frac{\text{Pulvermenge}}{\text{Zeiteinheit}}$ als Maß für die pro Zeiteinheit geförderte Pulvermenge durch Multiplizieren des Dichtewertes A mit dem Gasmengenwert B oder durch eine dem Multiplizieren äquivalente Auswertung des Dichtewertes A und des Gasmengenwertes B bildet.

Als Gas dient normalerweise Luft.

Die Strahlen sind vorzugsweise sichtbares Licht oder unsichtbares Licht, insbesondere Infrarotlicht, Ultraviolettlicht oder Laserstrahlen. Möglich sind jedoch auch α -Strahlen und radioaktive Strahlen und andere Strahlen, welche von dem Pulver geschwächt oder reflektiert werden. Die Schwächung oder Reflexion der Strahlen hängt auch von der Art des Pulvers ab, welches beispielsweise Emaille oder Kunststoff sein kann oder zur Erzielung eines Metallic-Effektes zusätzlich auch Metall enthalten kann. Das Pulver kann auch ein Gewürz oder eine Gewürzmischung für Speisen sein, oder ein ähnliches fluidisierbares pulverförmiges bis granulatförmiges Material.

Durch die Erfindung wird die pro Zeiteinheit geförderte Pulvermenge direkt gemessen, indem einerseits im Pulver-Gas-Strom der Pulveranteil ermittelt wird, und andererseits auf der Reingasseite die Menge der

pro Zeiteinheit zugeführten Gasmenge ermittelt wird, also bevor das Gas Pulver enthält. Aus den beiden Meßwerten wird die echte Pulvermenge automatisch errechnet, welche pro Zeiteinheit von dem Gas transportiert wird. Diese echte und direkte Messung der geförderten Pulvermenge pro Zeiteinheit ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber bekannten Einrichtungen, mit welchen nur Vergleichswerte, nicht jedoch die echten Werte an geförderter Pulvermenge festgestellt werden können.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß für jede Förderleitung und damit für jede Sprüheinrichtung, getrennt die geförderte Pulvermenge pro Zeiteinheit festgestellt und geregelt werden kann, auch wenn mehrere Sprüheinrichtungen aus einem gemeinsamen Pulverbehälter Pulver erhalten.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß der gemäß der Erfindung ermittelte Istwert an geförderter Pulvermenge pro Zeiteinheit weitgehend frei ist von störenden Faktoren.

Die gemäß der Erfindung gemessene Schwächung oder Reflexion der Strahlen hängt davon ab, wieviel Pulver im Gas enthalten ist. Dadurch stellt der gemessene Wert der Schwächung oder Reflexion zunächst nur ein indirektes Maß der Dichte dar. Für eine bestimmte Pulversorte und eine bestimmte Querschnittsgröße des Pulver-Gas-Stromes entspricht jedoch dieser Wert gleichzeitig auch einer bestimmten Dichte, also einer bestimmten Menge von Pulver im Gas des Pulver-Gas-Stromes. Bei Verwendung einer anderen Pulversorte entspricht der gemessene Schwächungswert oder Reflexionswert einem anderen Dichtewert. Die Strahlenmeßeinrichtung oder die Auswerteinrichtung wird für jede Pulversorte entsprechend geeicht, so daß die gemessenen Schwächungswerte oder Reflexionswerte unmittelbar dem Dichtewert A entsprechen.

Im Rahmen der Erfindung kann die Menge von Gas, welche in dem Pulver-Gas-Strom enthalten ist und zur Förderung des Pulvers dient, auf verschiedene Weise ermittelt werden:

1. Die Gasmenge, welche pro Zeiteinheit in einer oder in mehreren Gas-Leitungen zu einer pneumatischen Fördereinrichtung zur Förderung des Pulvers in einem Gas-Strom strömt, kann stromaufwärts dieser Förderleitung, und damit auf der Reingasseite ohne Pulver, direkt durch ein Mengenmeßgerät gemessen werden.
2. Anstatt eines Mengenmeßgerätes kann in einer oder mehreren Gas-Leitungen auf der Reingasseite der Fördereinrichtung ein Druckmeßgerät vorgesehen sein, welches den Gasdruck und damit indirekt die Gasmenge mißt, da die geförderte Gasmenge vom Gasdruck abhängig ist. Mit Gasdruck-Meßsignalen kann über eine Druck-Mengen-Kennlinie automatisch die Gasmenge ermittelt werden. Die Kennlinie ist elektronisch, vorzugsweise in der Auswerteinrichtung, gespeichert.
3. In der oder den Gas-Leitungen zur Zufuhr des Gases zu einer pneumatischen Fördereinrichtung kann sich ein Druckregler zur Einstellung des Gasdruckes und damit zur Einstellung der pro Zeiteinheit geförderten Gasmenge befinden. Zur Einstellung des Druckreglers dienende Signale sind ein Maß für den eingestellten Gasdruck und damit auch für die pro Zeiteinheit geförderte Gasmenge. Deshalb können diese Signale, anstelle der Signale eines zusätzlichen Mengenmeßgerätes oder Druckmeßgerätes, zur Ermittlung der pro Zeitein-

heit geförderten Gasmenge verwendet werden. In diesem Fall ist, ähnlich wie bei Verwendung eines Druckmeßgerätes, eine Druckeinstellsignal-Gasmenge-Kennlinie in einem elektronischen Speicher gespeichert. Der Speicher kann in die Auswerteinrichtung integriert sein. Die Auswerteinrichtung dient einerseits zur Druckregelung und andererseits zur Ermittlung der pro Zeiteinheit geförderten Gasmenge, also des Gasmengenwertes B . Der Gasmengen-Meßwertgeber ist in diesem Falle der elektronische Speicher.

Vorzugsweise sind gemäß der Erfindung in der elektronischen Auswerteinrichtung für verschiedene Pulversorten auch die Dichtewerte A gespeichert, welche einem bestimmten Schwächungswert oder Reflexionswert der Strahlen entsprechen. Abweichend hiervon kann gemäß einer anderen Ausführungsform diese Abhängigkeit auch unmittelbar in der Strahlenmeßeinrichtung gespeichert sein.

Gemäß der Erfindung weist die Strahlenmeßeinrichtung mindestens einen Strahlensender und mindestens einen Strahlenempfänger auf, welcher im Strahlenweg der vom Strahlensender in den Pulver-Gas-Strom gesendeten und von dessen Pulver geschwächten oder reflektierten Strahlen angeordnet ist.

In bevorzugter Ausführungsform der Erfindung ist eine Vielzahl von Strahlenempfängern vorgesehen, die auf verschiedene Querschnittsbereiche des Pulver-Gas-Stromes gerichtet sind und für jeden Querschnittsbereich Dichtewert-Signale erzeugen, die zusammen einen Durchschnitts-Dichtewert ergeben. Dadurch werden falsche Ergebnisse vermieden, die entstehen können, wenn das Pulver über den Querschnitt des Pulver-Gas-Stromes ungleich verteilt ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erstreckt sich der Strahlenweg zwischen dem Strahlensender und dem Strahlenempfänger quer durch einen Injektorkanal einer Injektor-Fördereinrichtung, in welchen das Gas Pulver aus einer Pulver-Zuleitung ansaugt und den Pulver-Gas-Strom bildet. In der Injektor-Fördereinrichtung herrschen stets gleichbleibende Strömungsbedingungen und, infolge der Verwirbelung des Pulvers durch das Gas, eine im wesentlichen homogene Pulververteilung.

Gemäß der Erfindung sind der Strahlensender und der Strahlenempfänger durch das Gas für den Pulver-Gas-Strom vom Pulver abgeschirmt. Dadurch wird vermieden, daß sich Pulver an dem Strahlensender und/oder an dem Strahlenempfänger festsetzen kann. Im Injektorkanal erreicht das Gas sehr hohe Geschwindigkeiten, so daß mit Sicherheit kein Pulver durch den Gasstrom zu dem Strahlensender oder Strahlenempfänger gelangen kann, wenn diese im Gasstrom oder unmittelbar neben ihm auf seiner vom Injektorkanal abgewandten Seite enden.

Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung enden der Strahlensender und der Strahlenempfänger in einer Mantelwand des Injektorkanals, und sie sind über ein strahlendurchlässiges Material vom Injektorkanal getrennt. Hiermit wird eine Verschmutzung des Strahlensenders und des Strahlenempfängers durch Pulver vermieden.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß der Injektorkanal in Strömungsrichtung verengt und dann wieder erweitert ist, daß die Pulver-Zuleitung stromaufwärts der engsten Kanalstelle axial in den Injektorkanal mündet, und daß

mindestens eine Leitung für das Gas in der Mantelwandfläche des Injektorkanals im Bereich seines verengten Kanalabschnittes ausmündet. Diese Ausführungsform ermöglicht besonders genaue Dichtemeßwerte, weil im Injektorkanal eine gleichbleibende, im wesentlichen homogene Pulververteilung im Pulver-Gas-Strom herrscht. Außerdem ist es bei dieser Art besonders einfach, Strahlensender und Strahlenempfänger so anzubringen, daß sie weder durch Pulver verschmutzen, noch durch äußere Störeinflüsse beeinträchtigt werden können.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung mißt der Gasmengen-Meßwertgeber die Gasmenge pro Zeiteinheit an einer Stelle stromaufwärts des Pulver-Gas-Stromes, bevor sich Pulver im Gas befindet.

Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung dient ein den Druck des Gases erzeugendes oder regelndes Gerät gleichzeitig auch als Gasmengen-Meßwertgeber, indem ein Druckeinstellsignal für dieses Gerät von der Auswerteinrichtung als Gasmengenwert $B = \frac{\text{Gasmenge}}{\text{Zeiteinheit}}$ verwendet wird.

In besonderer Ausbildung der Erfindung ist der Gasmengen-Meßwertgeber ein Datenspeicher, in welchem die Abhängigkeit der pro Zeiteinheit strömenden Gasmenge des Pulver-Gas-Stromes von einem variablen Charakteristikwert der Einrichtung wie ein Kurvendiagramm gespeichert ist, und daß die Auswerteinrichtung in Abhängigkeit von dem jeweiligen Charakteristikwert aus dem gespeicherten Kurvendiagramm die Gasmenge B ermittelt. Charakteristikwerte sind beispielsweise der Gasdruck, Öffnungsquerschnitt der Strömungsmittelleitungen und die Länge der Strömungsmittelleitungen.

Vorzugsweise dient gemäß der Erfindung als Charakteristikwert der Einrichtung der jeweilige Gasdruck, der an einer Stelle stromaufwärts des Pulver-Gas-Stromes im Gas gemessen oder eingestellt wird, welches dem Pulver-Gas-Strom zugeführt wird. Da der Gasdruck direkt die Gasmenge bestimmt, ist dies eine einfache Maßnahme, durch welche die Auswerteinrichtung die pro Zeiteinheit zugeführte Gasmenge bestimmen kann.

Vorzugsweise enthält die Auswerteinrichtung zur Ausführung ihrer Funktionen einen Microcomputer.

Die Erfindung wird nunmehr mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben, in welchen mehrere Ausführungsformen der Erfindung als Beispiele dargestellt sind. Im einzelnen zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Einrichtung nach der Erfindung, unmaßstäblich,

Fig. 2 ein mögliches Kurvendiagramm, in welchem die Dichte $A = \frac{\text{Pulvermenge}}{\text{Gasmenge}}$ in Abhängigkeit vom Wert R der Schwächung oder Reflexion der Strahlen unmaßstäblich dargestellt ist,

Fig. 3 ein Kurvendiagramm, in welchem die Abhängigkeit des Gasmengenwertes $B = \frac{\text{Gasmenge}}{\text{Zeiteinheit}}$ vom Gasdruck P des Gases auf der Reingasseite unmaßstäblich dargestellt ist, also des Gases, bevor es in den Pulver-Gas-Strom gelangt,

Fig. 4 eine abgewandelte Ausführungsform im Querschnitt der in Fig. 1 dargestellten Einrichtung,

Fig. 5 eine weiter abgewandelte Ausführungsform im Querschnitt der Einrichtung nach Fig. 1,

Fig. 6 eine nochmals abgewandelte Ausführungsform im Querschnitt der Einrichtung nach Fig. 1,

Fig. 7 eine gegenüber Fig. 1 abgewandelte Ausführungsform einer Injektor-Fördereinrichtung im Längs-

schnitt,

Fig. 8 eine weiter abgewandelte Ausführungsform einer Injektor-Fördereinrichtung der Einrichtung von Fig. 1.

Die in Fig. 1 dargestellte Einrichtung nach der Erfindung enthält eine Injektor-Fördereinrichtung 2 mit einem Injektorkanal 4 in Form eines Venturirohres. An das stromabwärtige Ende des Injektorkanals 4 ist eine Förderleitung 8 zur Zufuhr von Beschichtungsmaterial in Form von Pulver zu einer Sprüheinrichtung 10 angeschlossen. Letztere sprüht das Pulver 12 auf einen zu beschichtenden Gegenstand 14. In das stromaufwärtige Ende des Injektorkanals 4 mündet axial eine Fördergasleitung 16, radial eine Steuergasleitung 18, und ebenfalls radial eine Pulverleitung 20 von einem Pulverbehälter 21. Die Gasleitungen 16 und 18 enthalten jeweils einen Druckregler 22, 24 und/oder ein Druckmeßgerät 26, 28, und sind an eine Druckgasquelle 30 angeschlossen. Die Druckregler 22, 24, Druckmeßgeräte 26, 28, und die Druckgasquelle 30 sind über elektrische Leitungen 32, 34, 36, 38 und 40 an eine elektronische Auswerteinrichtung 42 angeschlossen. Die Förderleitung 8 ist mit einer Strahlenmeßeinrichtung 44 versehen, welche über elektrische Leitungen 46 an die elektronische Auswerteinrichtung 42 angeschlossen ist. Die Strahlenmeßeinrichtung 44 enthält einen Sender 48, welcher Strahlen 50 durch die Förderleitung 8 sendet, und einen Strahlenempfänger 52, welcher die durch die Förderleitung 8 hindurchgehenden Strahlen 50 empfängt. Die Strahlen 50 werden beim Durchgang durch die Förderleitung 8 sowohl vom Material dieser Förderleitung als auch von dem durch sie hindurchströmenden Pulver, in Abhängigkeit von der im fördernden Gas enthaltenen Pulvermenge, geschwächt, so daß sie nur geschwächt oder nur in Form eines Teiles von ihnen und dadurch in Form ebenfalls einer Schwächung, am Strahlenempfänger 52 ankommen. Der Energieunterschied zwischen den vom Strahlensender 48 gesendeten Strahlen und den vom Empfänger 52 empfangenen Strahlen ist ein Maß für die Menge oder Dichte A des im Gas enthaltenen Pulvers, welches durch die Förderleitung 8 strömt. Diese Abhängigkeit der Schwächung oder Reflexion R der Strahlen 50 von der Menge des im Gasstrom enthaltenen Pulvers und damit von der Dichte $A = \frac{\text{Pulvermenge}}{\text{Gasmenge}}$ ist in

Fig. 2 dargestellt. Für jede Pulversorte verläuft die Kurve von Fig. 2 geringfügig anders. Gewünschtenfalls können für mehrere Pulversorten die entsprechenden Abhängigkeitskurven gemäß Fig. 2 in einem Speicher 54 der Auswerteinrichtung 42 gespeichert sein und über eine Tastatur 56 gewählt werden. Die über die Leitungen 46 gelieferten Signale entsprechen also jeweils einem bestimmten Dichtewert A , und diese Dichtewerte können durch ein Anzeigergerät 58 der Auswerteinrichtung 42 angezeigt werden.

In einem weiteren Speicher 60 der Auswerteinrichtung 42 ist in Form eines in Fig. 3 dargestellten Kurvendiagrammes die Abhängigkeit der pro Zeiteinheit von der Druckgasquelle 30 gelieferten Gasmenge $B = \frac{\text{Gasmenge}}{\text{Zeiteinheit}}$ vom Gasdruck P gespeichert, mit welchem das Gas der Druckgasquelle über die Förderleitung 16 und die Steuergasleitung 18 in den stromaufwärtigen Anfang des Injektorkanals 4 gelangt. Der elektrische Speicher 60 entspricht einem Gasmengen-Meßwertgeber, welcher in der Auswerteinrichtung 42 in Abhängigkeit von der Charakteristik der Einrichtung, in diesem Falle in Abhängigkeit vom Gasdruck, einen Gasmen-

genwert $B = \frac{\text{Gasmenge}}{\text{Zeiteinheit}}$ erzeugt. Der jeweilige Gasdruck wird von der elektronischen Auswerteinrichtung durch das Stellsignal auf den Leitungen 34 und 36 für die Druckregler 22 und 24 erkannt; ebenso durch ein Druckeinstellsignal auf der Leitung 40 zur Druckquelle 30. Falls der elektronische Speicher 60 ausfällt, kann die elektronische Auswerteinrichtung 42 die Druckmeßsignale der Leitungen 32 und 38 von den Druckmeßgeräten 28 und 26 als Gasmengenwerte $B = \frac{\text{Gasmenge}}{\text{Zeiteinheit}}$ verwenden, da diese direkt gemessenen Drücke direkt der pro Zeiteinheit geförderten Menge Gas entsprechen.

Somit stehen der elektronischen Auswerteinrichtung 42 einerseits die ein Mengenverhältnis und damit die Dichte angehenden Signale $A = \frac{\text{Pulvermenge}}{\text{Gasmenge}}$ und andererseits die auf der Reingasseite ermittelten, einer bestimmten Luftmenge pro Zeiteinheit entsprechenden

Signale $B = \frac{\text{Gasmenge}}{\text{Zeiteinheit}}$ zur Verfügung. Durch elektronische Multiplikation der beiden Werte A und B , oder durch eine der Multiplikation entsprechende Verknüpfung der Signalwerte A und B , ermittelt die elektronische Auswerteinrichtung 42 unmittelbar den Istwert der pro Zeiteinheit geförderten Pulvermenge $C = \frac{\text{Pulvermenge}}{\text{Zeiteinheit}}$.

Diese pro Zeiteinheit geförderte Pulvermenge kann ebenfalls im Anzeigegerät 58 angezeigt werden.

Die elektronische Auswerteinrichtung 42 enthält zur Ausübung ihrer Funktionen vorzugsweise einen Microcomputer.

Die Strahlen der Strahlenmeßeinrichtung 44 können sichtbares oder unsichtbares Licht, insbesondere Infrarotlicht oder Ultraviolettlicht sein, jedoch auch Laserstrahlen, α -Strahlen oder elektromagnetische Strahlen. Vorzugsweise wird jedoch sichtbares oder unsichtbares Licht verwendet.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 1 wird die Schwächung der Strahlen 50 durch den Pulvergehalt in der Pulver-Luft-Strömung gemessen. Wie Fig. 4 zeigt, kann die Strahlenmeßeinrichtung 44 mehrere Strahlensender 48 haben, deren Strahlen 50 einander kreuzen und in verschiedenen Richtungen rasterförmig durch die Förderleitung 8 gehen. Der Strahlenempfänger 52 kann eine Vielzahl von Strahlensensoren 53 enthalten. Dadurch können ungleichmäßige Pulververteilungen in der Förderleitung 8 festgestellt und zur Vermeidung von falschen Meßergebnissen Mittelwerte gebildet werden. Gemäß der weiteren Ausführungsform nach Fig. 5 können die Förderleitung 8 einen abgeflachten Leitungsabschnitt und der Strahlensender 48 sowie der Strahlenempfänger 52 der Strahlenmeßeinrichtung eine dem abgeflachten Leitungsabschnitt entsprechende längliche Form haben.

Bei der in Fig. 6 dargestellten Ausführungsform eines Strahlenmeßgerätes 44 sind die Strahlensender 48 und Strahlenempfänger 52 auf der gleichen Seite der Förderleitung 8 angeordnet. Dabei empfangen die Strahlenempfänger 52 nicht die durch die Förderleitung 8 hindurchgehenden geschwächten Strahlen, sondern die vom Pulver in der Förderleitung 8 reflektierten Strahlen.

Für alle Ausführungsformen ist es selbstverständlich erforderlich, daß sowohl die Förderleitung 8 als auch andere Elemente, die sich gegebenenfalls zwischen

Strahlensender und Strahlenempfänger einerseits und dem Pulver-Gas-Strom andererseits befinden, aus einem für die Strahlen leicht durchlässigen Material bestehen. Dieses Material sollte wesentlich leichter durchlässig sein für die Strahlen, als das Pulver. Bei Verwendung von Lichtstrahlen eignet sich deshalb insbesondere durchsichtiges Glas oder durchsichtiger Kunststoff.

Die in Fig. 7 dargestellte weitere Ausführungsform der Erfindung zeigt im Schnitt eine Injektor-Fördereinrichtung 102 mit den beiden Gasleitungen 16 und 18 und der Pulverleitung 20 des Pulverbehälters 21. Der wesentliche Unterschied zu Fig. 1 besteht darin, daß die Strahlenmeßeinrichtung 44 nicht an der Förderleitung 8 angeordnet ist, sondern über Lichtleiter 124 und 126 in einem verengten Kanalabschnitt 128 des Injektorkanals 104 die Schwächung der Strahlen durch das im Pulver-Gas-Strom enthaltene Pulver mißt und in Abhängigkeit von diesem Meßergebnis ein Signal entsprechend dem Pulveranteil und damit dem Dichtewert $A = \frac{\text{Pulvermenge}}{\text{Gasmenge}}$ erzeugt.

Die Lichtleiter 124 und 126 erstrecken sich nicht durch die gesamte Wand 130 des Injektorkanals 104, so daß sie jeweils durch einen dünnen Wandabschnitt 132 und 134 vom Injektorkanal 104 getrennt sind. Die Kanalwand 130 besteht aus lichtdurchlässigem Material, so daß die Strahlen durch den Injektorkanal 104 hindurchgehen können, jedoch die Lichtleiter 124 und 126 nicht von Pulver verschmutzt werden können. Die Enden 133 und 135 der Lichtleiter 124 und 126 befinden sich vorzugsweise nahe bei oder an der engsten Stelle 21 des Injektorkanals stromabwärts der Pulverleitung 20.

Bei einer weiteren Ausführungsform nach der Erfindung, welche in Fig. 8 dargestellt ist, hat die Injektor-Fördereinrichtung 202 einen Injektorkanal 204, welcher sich von einer Engstelle 205 stromabwärts kontinuierlich erweitert. In der Mantelwandfläche 209 des erweiterten Kanalabschnittes 207 münden, unter spitzem Winkel zur Kanalachse, eine Vielzahl von in Umfangsrichtung verteilt voneinander angeordneten Kanälen 217, welche über die Gasleitung 16 an die Gasquelle 30 angeschlossen sind. In das stromaufwärtige Ende des Injektorkanals 204 mündet, stromaufwärts der Gaskanäle 217, axial die Pulverleitung 20 eines Pulverbehälters 221. Das Gas der Gaskanäle 217 saugt aus der Pulverleitung 20 Pulver an und treibt es in Form eines Pulver-Gas-Stromes durch die Förderleitung 8. Radial zurückgesetzt vom Injektorkanal 204 befinden sich die Enden 133 von Lichtleitern 124 eines Strahlensenders 48, und die Enden 135 von Lichtleitern 126 eines Strahlenempfängers 52 der Strahlenmeßeinrichtung 44. Das Gas der Gaskanäle 217 strömt mit sehr hoher Geschwindigkeit in den Injektorkanal 204, so daß von diesem keine Pulverteilchen zu den Enden 133 und 135 der Lichtleiter 124 und 126 gelangen können, da sich das Gas zwischen ihnen und den Pulverteilchen des Injektorkanals befindet. Zusätzlich besteht der Vorteil, daß die Enden 133 und 135 der Lichtleiter 124 und 126 einander gegenüberliegen, ohne daß sich dazwischen andere Elemente außer dem Pulver und dem Gas befinden. Gemäß Fig. 8 sind die Enden 133 und 135 in den Mündungsöffnungen der Gaskanäle 217 angeordnet, dabei jedoch an die radial-äußeren Kanalränder gelegt, damit das Gas der Gaskanäle 217 ungehindert an ihnen vorbeiströmen kann. Die in Fig. 8 gezeigte Ausführungsform hat eine besonders gute Förderleistung und ermöglicht außerdem die Messung von sehr kleinen Veränderungen des Pulveranteils im Gasstrom. Der letztege-

nannte Vorteil ergibt sich dadurch, daß das Gas Pulver im Injektorkanal 204 besonders stark verwirbelt und dadurch eine gleichmäßige Pulververteilung bewirkt, daß die Enden 133 und 135 der Lichtleiter 124 und 126, ohne eine störende Mantelwand der Förderleitung 8 oder der Fördereinrichtung 202 direkt dem Pulver-Gas-Strom gegenüberliegen, und daß die Enden 133 und 135 trotzdem nicht durch Pulverteilchen verschmutzt werden können.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

3721875

Nummer:

37 21 875

Int. Cl. 4:

B 05 B 7/14

Anmeldetag:

2. Juli 1987

Offenlegungstag:

12. Januar 1989

NACHGEREICHT

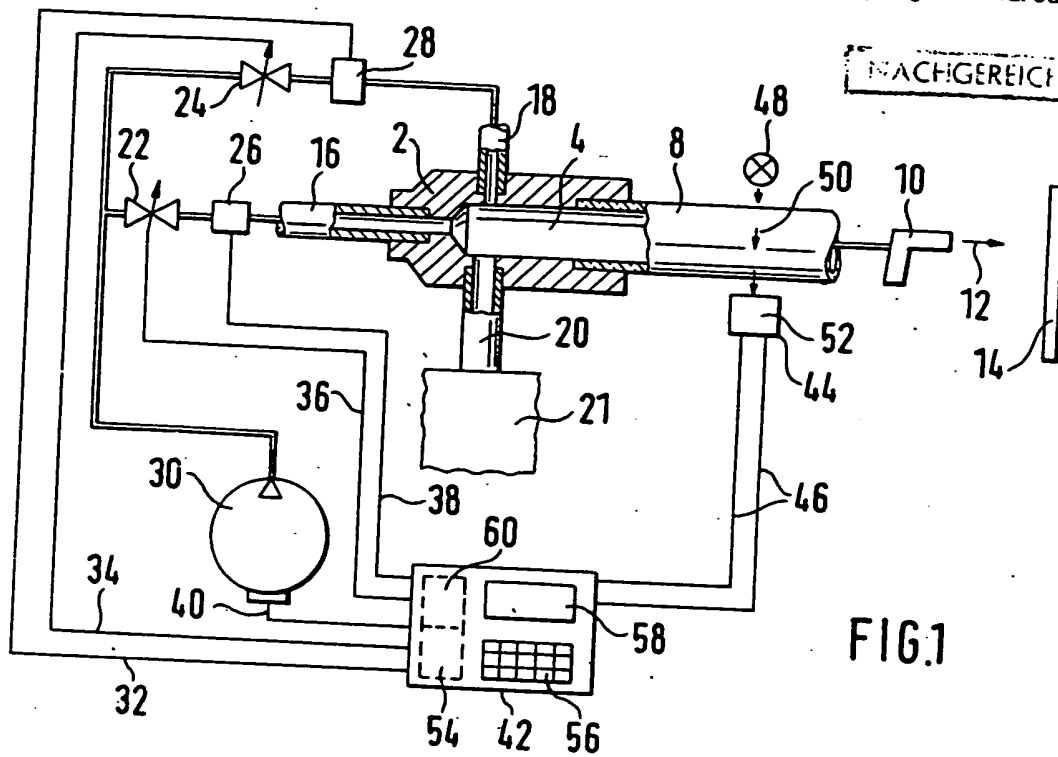


FIG. 1

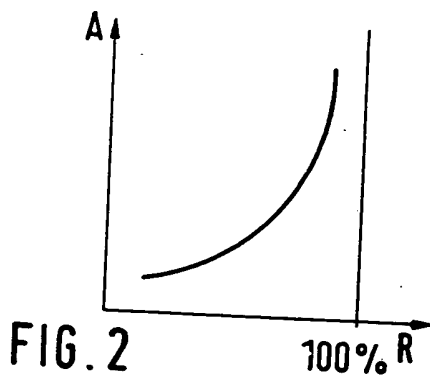


FIG. 2

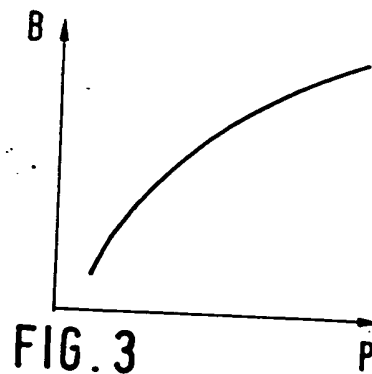


FIG. 3

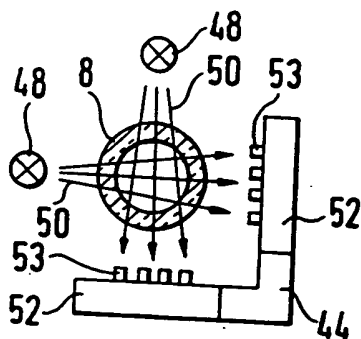


FIG. 4

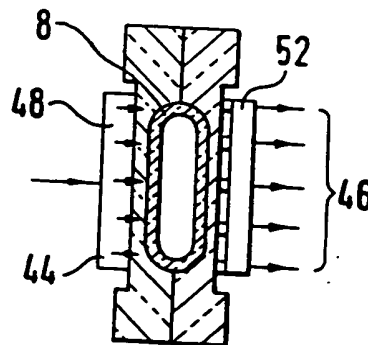


FIG. 5

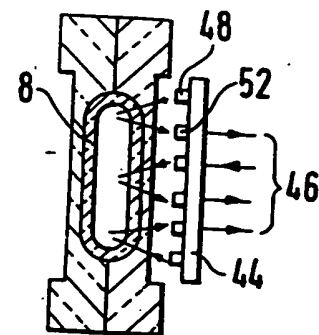


FIG. 6

04.09.87

23

23

3721875

FIG. 7

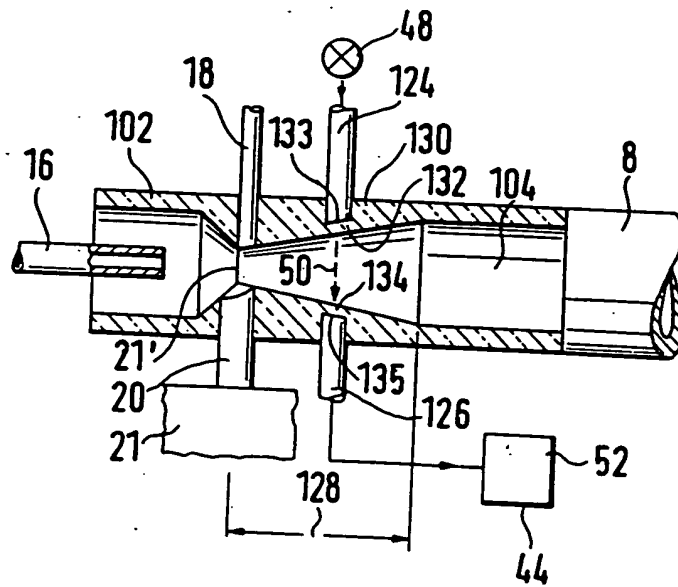


FIG. 7

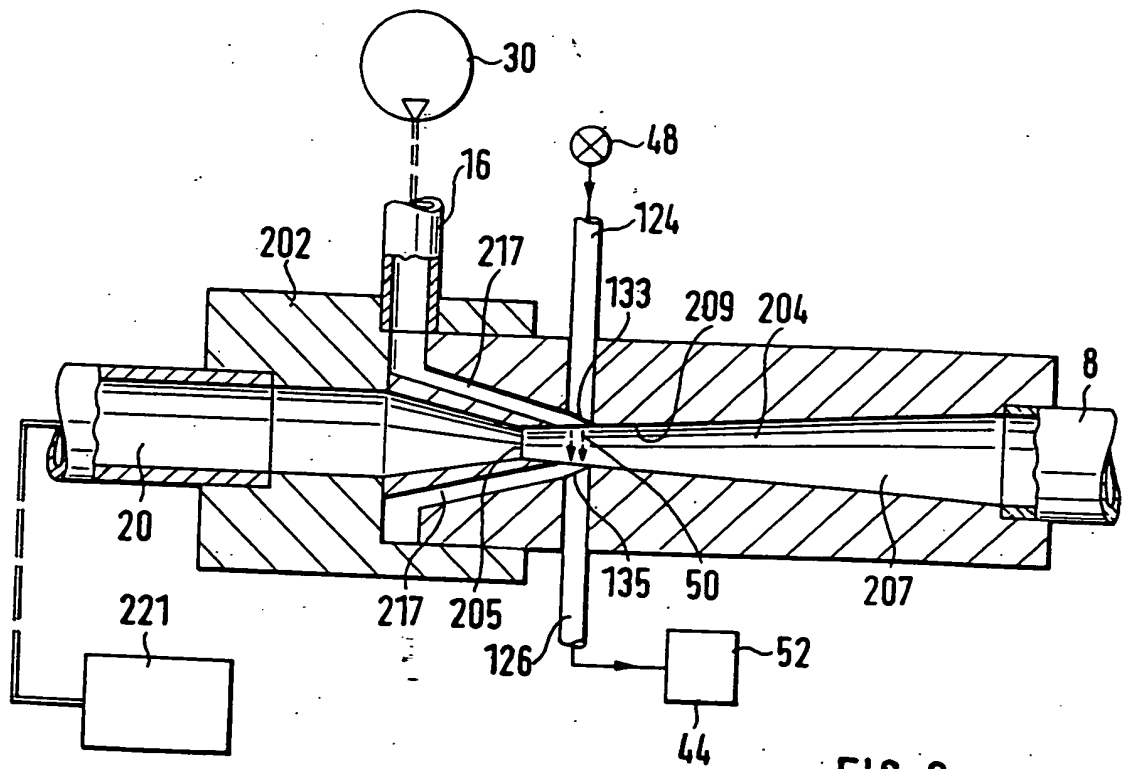


FIG. 8